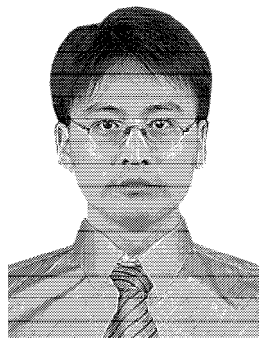


低地板轻轨电车制动系统概念设计

韩 龙, 虞大联, 刘韶庆

(南车青岛四方机车车辆股份有限公司 工程实验室, 山东 青岛 266111)



作者简介: 韩 龙(1980-), 男, 高级工程师, 从事轨道车辆制动系统的研发工作。

摘 要: 研究了低地板轻轨车辆的现状及其制动系统的特点。针对制动减速度大、可靠性要求高、空间小等问题, 提出了一套制动系统方案, 具有成熟可靠、占空间小且重量较轻的特点。详细介绍了液压制动系统的构成及工作原理。最后综合欧洲和国内各项轻轨电车标准, 作出了制动功能逻辑和性能指标表格。

关键词: 低地板; 轻轨车辆; 制动系统; 液压制动; 磁轨制动; 转向架

中图分类号: U239.3; U260.35 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-128X(2014)05-0063-03

doi: 10.13890/j.issn.1000-128x.2014.05.017

Conceptional Proposal for Low-floor Light Rail Vehicle Brake System

HAN Long, YU Dalian, LIU Shaoqing

(Engineering Laboratory, CSR Qingdao Sifang Locomotive and Rolling Stock Co., Ltd., Qingdao, Shandong 266111, China)

Abstract: Status and brake system characteristic of low-floor light rail vehicle were researched. According to the problems of large braking deceleration, high reliability, small space and so on, a brake system was proposed, which had the features of mature and reliable, small space and light weight. Composition and working principle of the hydraulic braking system were introduced in detail. Finally, European and domestic tram standards were integrated, and braking function logic and performance indicators form were made.

Keywords: low-floor; light rail vehicle ; brake system; hydraulic brake; magnetic track brake; bogie

0 引言

低地板车辆的地板面高度距轨道面一般低于400 mm, 按照车辆低地板区域占总面积的百分比划分, 低地板车辆以70%(75%)和100%为主流。其中100%低地板电车因全车低地板化特别适宜行动不便人士的乘坐, 其技术难度较高。由于车辆的有效空间极小, 造成设备布置空间非常小, 为此低地板车辆通常采用电动力制动、液压制动和磁轨制动多种方式配合的制动系统。

目前有代表性的100%低地板轻轨电车均为铰接式浮车型编组, 所谓浮车指该车无转向架而由相邻车支撑。本文基于欧洲轻轨电车成熟运营经验, 提出了一种适用于该种编组类型的制动系统方案, 为5车3个转向架的编组形式。

1 基本需求

绝大部分低地板轻轨电车的轨道直接铺设在城市

既有路面上, 车辆在槽形轨道上运行, 与其他车辆共享路权。城市轻轨列车的最高运行速度通常为70 km/h。国外的运营历史表明, 低地板轻轨电车与行人或其他车辆发生碰撞的事故难免发生, 一旦共线运行, 不能排除发生交通事故的可能性。

由于非独有路权且沿线站点较多, 列车需要较大的制动力来保证列车运行安全。城市轻轨电车的制动系统具有操作频繁、制动距离要求短等特点, 因此对制动减速度和制动系统的可靠性要求相对较高^[1]。

2 系统方案

浮车型轻轨电车共3个转向架, 转向架之间的距离较长, 因此在每个转向架需装设单独的一套电控液压系统。列车两端为动车转向架, 中间为拖车转向架。3个转向架作为一个制动编组单元统筹分配制动力。

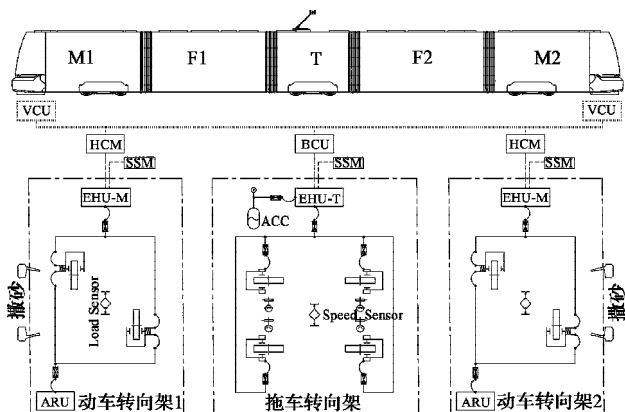
常用制动过程中, 制动功率主要由动车转向架的电动力制动承担。但在电制动无法满足需求尤其是在车速较高或部分电制动装置故障时, 拖车的机械制动

将启动,以保证总的制动力需求。

基于故障导向安全原则,磁轨制动只有在紧急制动或安全制动发生时,才会启动。每个转向架构架下方两侧均配置1个磁轨制动器,通过弹簧悬挂在前后车轮之间。施行磁轨制动时,通过磁力将磁轨制动器吸附到导轨上,通过电磁力发挥制动作用。鉴于安全性设计要求,磁轨制动器由专门的蓄电池电路独立供电。

与地铁列车不同,低地板轻轨电车一般没有压缩空气系统,因此机械制动的驱动基本采用液压方式。下面重点介绍液压制动系统。

液压制动系统原理如图1所示。



VCU为车辆控制单元; HCM为制动控制模块; BCU为制动控制单元; SSM为软启动模块; EHU为电液控制单元; ARU为辅助缓解单元; ACC为蓄能器; Load sensor为负载传感器; Speed sensor为速度传感器

图1 液压制动系统原理图

2.1 动车转向架液压制动系统配置

如图2所示,每个动车转向架配备2套牵引单元,分别由1台电机和2个齿轮箱驱动同侧2个车轮。电机轴上装有1个制动盘及1个弹簧施加液压缓解的制动夹钳(被动式)。每个动车转向架上安装有1个电液控制单元并控制每个电机轴的制动夹钳。电液控制单元由制动控制模块(HCM)进行精确控制。

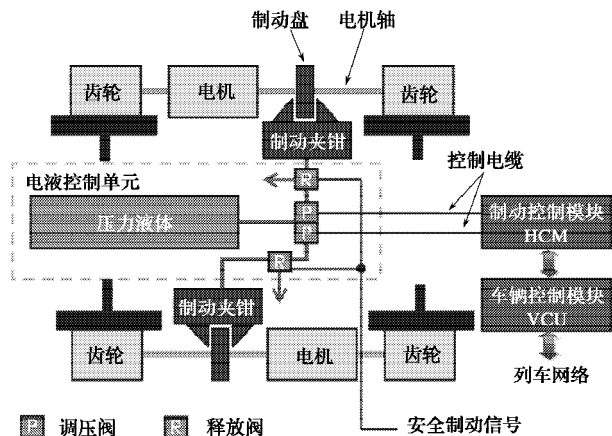


图2 动车转向架液压制动系统配置图

在工作液无压力状态,弹簧作用施加最大制动力。逐渐提高液压,制动夹钳的制动力将逐渐被抵消并减小,最终夹钳将缓解复位。

由于电机轴较细,故无法承受大的制动力。动车转向架通常情况下的制动功率是由电机反转产生的动力制动提供,液压系统应用较少且功率较低,因此可不设置机械防滑功能。电制动防滑功能由VCU提供。

液压制动系统具有紧急泄压阀,由电车的安全回路控制。当该阀被触发时,系统内液体压力立即释放,此时不管制动指令如何,弹簧都将施加制动。

在液压控制单元(EHU)出现故障时,系统无法提供压力液体,车辆失去正常的缓解功能。在车辆需要缓解时,需要由辅助缓解单元(ARU)提供压力液体,缓解施加在转向架上的弹簧制动力。

2.2 拖车转向架液压制动系统配置

如图3,拖车转向架的4个车轮彼此独立旋转,每个车轮均装有1个制动盘和1个液压制动夹钳(主动式)。制动控制单元BCU控制电液控制单元(EHU)实施制动。

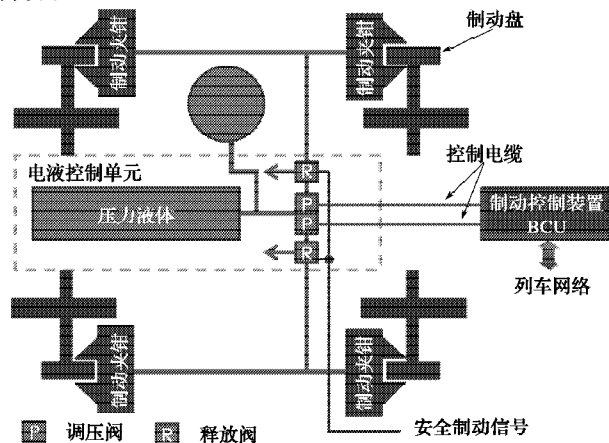


图3 拖车转向架液压制动系统配置图

当工作液压力增大时,主动制动夹钳施加到制动盘的夹紧力也随之增大。压力释放时,夹钳将缓解复位。

拖车转向架无电动力制动功能,其液压制动器在进行制动时,需要启动防滑功能。考虑到液压泵在短时间内可能无法提供足够的液压油来满足滑行保护的需求,需要安装蓄能器来满足滑行发生时系统压力剧烈变化的要求。

当电车的安全制动信号被触发时,拖车转向架的紧急释放阀也被激活。系统内液体压力立即释放,此时拖车的制动系统将不产生制动力。

2.3 自动载荷调整功能

列车在到站上下乘客时,整车重量变化很大,为达到指定制动减速度所需的制动力也不同,因此车辆需具备根据载荷信息自动调整制动力的功能。每个转向架弹簧系统中均安装有载荷传感器,用来检测载荷信号并传给车辆控制单元VCU和制动控制单元BCU,车辆将根据载荷信息自动调整制动力大小及分配。

载荷信号在列车运行时并不进行检测,只有在每次车辆启动之前进行检测,并将启动时的信息进行保存,直至下一次车辆停止。